

## 【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 25-143  
補助事業名 平成25年度 マイクロ配列化した複合分子センサによる高速多変量  
同時計測法の開発 補助事業  
補助事業者名 愛知工業大学 機械学科 教授・江上泰広

### 1 研究の概要

航空機の翼など物体表面に塗布した特殊な分子センサ（感圧塗料・感温塗料）からの光をCCDカメラで測定することで、物体表面の圧力と温度の面分布を、同時に高速測定する方法の研究・開発を行った。インクジェット装置やニードル式ディスペンサを用いてマイクロパターンに分子センサを塗り分けることで、お互いに干渉を起こさない複合センサを開発しその特性を調べた。また圧力変動に対する時間応答性を評価した。

### 2 研究の目的と背景

航空機の開発において翼上の圧力分布を高精度かつ高速に測定する技術の開発が求められている。従来の翼表面に圧力孔という直径0.1-0.5mmほどの孔をあけて圧力を測定する方法に代わって、近年、物体表面の圧力や温度の分布をCCDカメラを用いて光学的に測定する感圧塗料、感温塗料という新しい測定方法が盛んに研究されてきている。しかし、高精度化のために複合化を図る様々な方法が提案されているが、二つの分子センサの間で干渉が生じるなど、未だ実用化に至っていない。我々は両者を混合せず、分離して微小なパターンに塗布することでこの問題を解決し、圧力と温度の高速同時計測の実現を図った。

### 3 研究内容

#### マイクロ配列化した複合分子センサによる高速多変量同時計測法の開発

([http://aitech.ac.jp/~egami/index.php?研究内容\(JKA助成\)](http://aitech.ac.jp/~egami/index.php?研究内容(JKA助成)))

①感圧と感温の分子センサは、組み合わせるポリマや溶媒によって大きく特性が変化する。またマイクロドット状に塗布した際にコーヒーリング現象と呼ばれるドット縁に分子センサが集まってしまう現象が見られる。高感度かつ高発光強度で塗布性の良いセンサ溶液の組み合わせを見つけるために、ニードル式ディスペンサ（図1）を使用して数多くのドットセンササンプルを作成し、分子センサの感度や発光強度、ドット内の発光分布を調べた。その結果、高いセンサ感度と発光強度、良好な塗布性を併せ持つ分子センサを開発することに成功した。

②①で開発された分子センサの複合化を行った。微小な間隔で感圧塗料と感温塗料

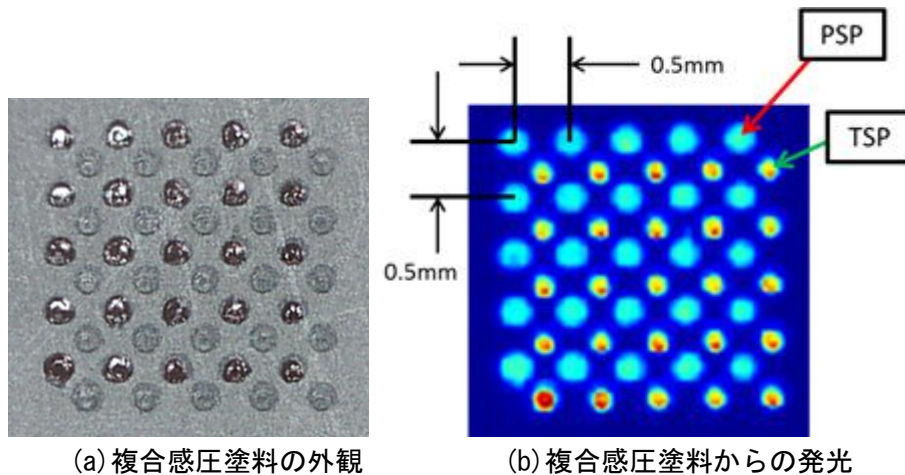
をマイクロパターンに塗布した複合センサを作成した（図2）。分離して塗布することで従来問題となっていたセンサ分子間の干渉を防いでいる。また、従来の混合型と異なりそれぞれの分子センサに適した最適の組み合わせを用いることが可能になった。

③作成した複合分子センサを用いて圧力測定を行った。その結果、同時に計測した温度情報を用いて圧力の温度補正を行った結果、温度による測定誤差を従来の0.84%/°Cから0.04%/°Cまで大幅に減少させることに成功した。

④ステップ上の圧力変化に対する複合分子センサの時間応答性を評価した。その結果配合を工夫することで、3.7msecの高速応答を実現し、高速で変動する流体现象も測定できる温度を同時計測可能な複合センサを開発することができた。



図1 ニードル式ディスペンサ（分子センサ塗布装置）



(a) 複合感圧塗料の外観

(b) 複合感圧塗料からの発光

図2 複合感圧塗料

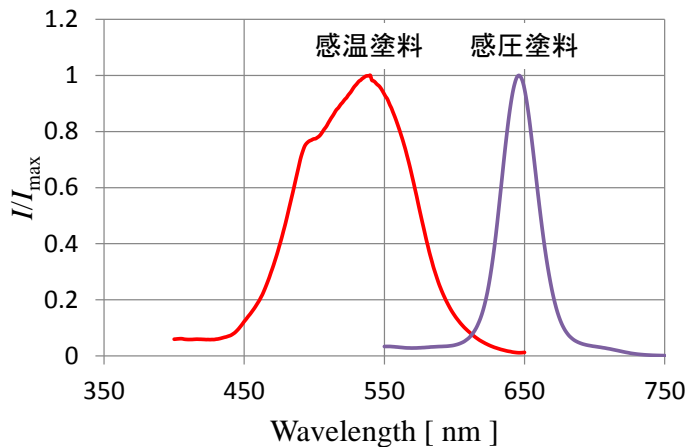


図3 複合センサの分光特性

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

感圧塗料は航空機を開発する際に必要な翼上の圧力分布を面で計測することができる新しい測定方法として盛んに開発が行われてきた。しかし圧力測定の高精度化を図るためには温度による誤差を補正する必要があった。そのために感圧塗料に温度を測定できる感温塗料を複合化する研究が行われてきたが未だ実用化には至っていない。本研究では、これまで問題となってきた分子センサ間の干渉を解決した高速複合センサの作成方法を確立することができた。これにより、複雑に変化する流れ場を、より詳細により高精度で測定することができるようになった。また、温度センサは翼上の境界層流れの層流から乱流への遷移点の計測にも使用できる。今後この複合センサを利用することで、より抵抗の少ない翼の開発研究がより短時間に高精度で行うことが可能となる。さらに、センサの高精度化を図ることで航空宇宙分野だけでなく、高速列車や自動車の燃費の向上や騒音の低減するための研究開発への利用を想定している。

#### 5 教育歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

航空宇宙技術研究所（現JAXA）およびドイツ航空宇宙センターにおいて、航空機を開発するための新しい測定方法として感圧塗料と感温塗料の研究開発に従事してきた。この経験を活かして、本研究では、これらを複合化し圧力と温度を同時計測することで、複雑な流れ場をより詳細に測定することで、流れ場の解明とより抵抗の少ない翼の開発に貢献すべく研究開発を行った。

## 6 本研究にかかわる地財・発表論文等

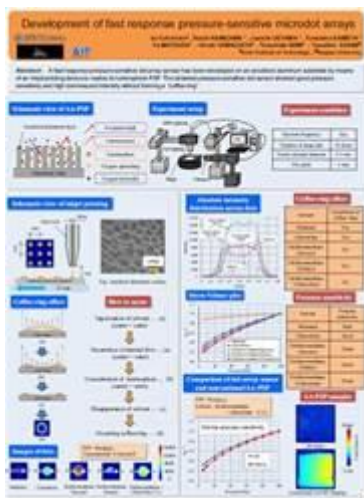
### 学会発表

1. J. Ueyama, S. Furukawa, T. Kameya, Y. Matsuda, H. Yamaguchi, T. Niimi, Y. Egami, "Effect of hydrophobic treatment on Pressure-sensitive microdot arrays fabricated by Inkjet printing", 4th Japanese-German Seminar on Molecular Imaging Technology for Interdisciplinary Research, Munich (Germany), (2013.9), poster presentation.
2. S. Furukawa, Y. Kamizawa, J. Ueyama, T. Kameya, Y. Matsuda, H. Yamaguchi, T. Niimi, Y. Egami, "Development of fast response pressure-sensitive microdot arrays", 4th Japanese-German Seminar on Molecular Imaging Technology for Interdisciplinary Research, Munich (Germany), (2013.9), poster presentation.
3. 小西翔太, 江上泰広, 「PtTFPPを用いた感圧塗料におけるポリマー構造の温度依存性へ及ぼす影響」, 第9回「学際領域における分子イメージングフォーラム」, 東京都調布市, JAXA 調布航空宇宙センター, (2013.10), ポスター発表
4. 古川聖, 神澤優一, 上山淳一, 亀谷知宏, 松田佑, 山口浩樹, 新美智秀, 江上泰広, 「マイクロドット型感圧センサ特性における溶媒の影響」, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, 福岡市 九州大学, G0101(2p), (2013.11)
5. 上山淳一, 古川聖, 神澤優一, 亀谷知宏, 松田佑, 山口浩樹, 新美智秀, 江上泰広, 「疎水処理を施した陽極酸化基板におけるマイクロドット型感圧センサの形成」, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, 福岡市 九州大学, G0102(2p), (2013.11)
6. 永井優大, 江上泰広, 「ニードル式ディスペンサによるドット複合PSPの作成」, 日本機械学会東海支部第45回学生員卒業研究発表講演会, 愛知県名古屋市 大同大学, pp.100-101, (2014.03)

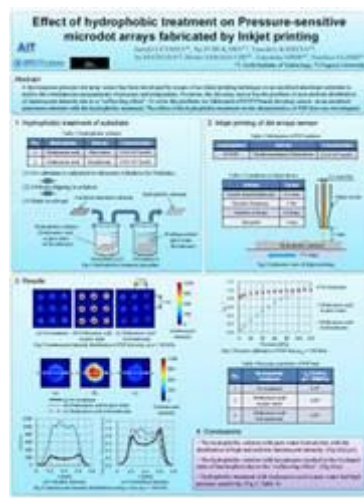
## 7 補助事業に係る成果物

- (1) 補助事業により作成したもの  
該当なし

(2)(1) 以外で当事業において作成したもの



国際学会ポスター6-1



国際学会ポスター6-2



国内学会ポスター6-3



講演論文6-4



講演論文6-5



講演論文6-6

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 愛知工業大学 工学部 江上研究室

住所： 〒470-0392

愛知県豊田市八草町八千草1247

申請者： 教授 江上泰広 (エガミ ヤスヒロ)

URL： <http://aitech.ac.jp/~egami/index.php?FrontPage>